

AÑO VI | BUENOS AIRES, ABRIL 30 DE 1900 | N. 102

SUMARIO

PURIFICACION DE LAS AGUAS POTABLES

POR EL OZONO

Tenemos entendido que la comisión de Obras de Salubridad de la Capital se preocupa especialmente del problema de la purificación de las aguas de consumo i hemos oído decir que se piensa ensayar purificadores químicos, haciéndolos actuar sobre el agua antes de que esta pase á los filtros de arena.

Creemos, por lo tanto, oportuno llamar la atención sobre el procedimiento de epuración por medio del ozono, que últimamente ha hecho grandes progresos.

No hai más que leer en el *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France* (Février 1900, première quinzaine) una memoria sobre la industria del ozono, así como algunas consideraciones sobre este asunto por M. X. Gosselin, para darse cuenta de que el procedimiento de purificación citado ha entrado dentro de los límites de su aplicación industrial.

***

Hace algún tiempo que se verifican estudios i ensayos para la aplicación del ozono á la esterilización del agua.

Con anterioridad á la memoria citada « La Technologie Sanitaire» (1° Enero de 1900) daba cuenta de la discusión tenida en el Congreso de ingenieros de aguas alemanes, celebrado en Cassel, con motivo de una comunicación del Dr. Th. Weyl, de Charlottenburg, sobre los ensayos hechos en la usina de la firma Siemens i Halske de Berlín, i decía que ni las experiencias que se han efectuado en Lille, ni M. Weyl, habían adelantado la cuestión más de lo que lo había hecho el barón Tindal, quien tiene el mérito de la iniciativa, pues ha sido el primero en aplicar el procedimiento en una mayor escala que la de los ensayos

de laboratorio. Es, en efecto, notable la instalación privada que Tindal tiene en Ondshoorn, cerca de Leyde. Pero los resultados de una aplicación práctica no habían aún llegado.

***

Sin entrar á reseñar los procedimientos del doctor Otto para la obtención industrial del ozono, nos bastará, á fin de dar una idea de los resultados obtenidos, citar lo que dicho doctor decía en 1897 en una conferencia en la Sorbonne i lo que hoy afirma en su memoria. Decía entonces, después de haber descrito sus aparatos con dieléctricos é indicado las condiciones teóricas á las cuales todo buen ozonador debe satisfacer para suministrar un rendimiento suficiente : « El problema de la preparación industrial del ozono, no estará completamente resuelto, sino cuando se haya llegado, por un artificio cualquiera, á suprimir los dieléctricos i á construir aparatos enteramente metálicos, simples i robustos, en los que nada limíte las dimensiones i potencia » — Dice ahora : « El fin propuesto, me atrevo á esperarlo, se ha alcanzado, siendo la solución del problema extremadamente simple..... He buscado en los mismos generadores de ozono lo que los dinamos poderosos, pero indóciles, no podían suministrarme, i he establecido aparatos en los cuales de una manera cierta, rigurosa i automática, los arcos son extinguidos i los corta-circuitos interrumpidos, cuando por una causa cualquiera, se declaran : estos aparatos son los ozonadores rotativos. » — La solución aportada tiene por objeto mantener el efluvio eléctrico entre los eléctrodos, suprimiendo los arcos con los cuales la producción del ozono es mui débil.

La acción del ozono como purificador, es bien conocida. Cuando el ozono i el agua entran en contacto, se produce una viva luminosidad, que indica la destrucción de la materia orgánica. Pero como el ozono no es soluble en el agua, es necesario hacer entrar á aquel en contacto con esta *molécula á molécula*, lo cual se consigue, según el Dr. Otto, con sus aparatos llamados emulsores.

Dos son las clases de aparatos estudiados por él, para purificar industrialmente las aguas ; unos, de fundición esmaltada ó arcilla, para cantidades que pueden alcanzar á 1000 m³ diarios ; otros, de mampostería, sirven para la ozonización de cantidades mucho más considerables. Describe en su memoria una instalación para la epuración de 100.000 m³ diarios, en que el agua es tratada por el ozono, primero en emulsores i luego en galerías, llamadas de ozonisación.

Al actuar el ozono sobre la materia orgánica, se transforma inmediatamente en oxígeno, i como no tiene acción sobre las materias minerales, no altera absolutamente ni las cualidades organolépticas ni minerales del agua.

Son muy interesantes las siguientes conclusiones, expuestas en su memoria por el Dr. Otto :

Se puede decir que las aguas sometidas á la ozonisación, pierden todas sus propiedades nocivas i conservan al contrario todas sus propiedades benéficas. Su sabor no se altera; los microbios peligrosos que contiene son destruidos ; sus cualidades minerales i digestivas son conservadas.

En los «Annales de l' Institut Pasteur » (t. 13, pág. 356) los Dres. Roux i Calmette, confirman las siguientes conclusiones :

1° Todos los microbios patógenos ó saprófitos que se encuentra en las aguas, son destruidos por el ozono.

2° La ozonisación no introduce en las aguas ningún elemento extraño perjudicial á la salud de las personas que de ellas hagan uso. Al contrario, como no aumenta la cantidad de nitratos i disminuye considerablemente la cantidad de materia orgánica, las aguas se hallan menos sujetas á las poluciones ulteriores i son por lo tanto menos alterables.

3° Por fin, como el ozono ne es más que un estado molecular particular del oxígeno, el empleo de ese cuerpo presenta la ventaja de aerear enérgicamente el agua, hacerla más sana i más agradable para el consumo, sin quitarle ninguno de sus elementos minerales útites.

Como dice también el Dr. Otto : cuando las aguas tuvieran en suspensión materias terrosas i resíduos, etc., sería indispensable someterlas á un filtraje prévio, siendo el indicado para este objeto el filtro de arena. Tal sería el caso de las aguas del Río de la Plata.

***

Por lo que se relaciona con el costo que resultaría del empleo del procedimiento, relacionado con el metro cúbico de agua, M. X. Gosselin, ya citado, dice que se ha indicado el precio de 0,01 de franco como una cifra que puede acercarse á la verdad en ciertas instalaciones.

Sin embargo, este precio puede variar según las circunstancias, pues intervienen para su fijación gran número de condiciones muy variables en cada caso.

Refiriéndose á la influencia que en el precio del m³. tendría la instalación del sistema en algunos municipios que emplean agua malsana, M. Gosselin agrega que es necesario se tenga como cierto que con un suplemento de gasto siempre mínimo, casi siempre despreciable, esta agua malsana puede ser transformada en agua más pura que la más pura agua de manantial, i que está fuera de duda que una instalación capaz de esterilizar un consumo diario de 100.000 m³, es de una realización fácil con los aparatos que hoy tienen á su disposición los ingenieros.

***

Al llamar la atención sobre la interesante memoria del Dr. Otto, hemos pensado si no se podría, talvéz, aplicar este método en nuestra ciudad de Buenos Aires, sometiendo el agua á la ozonización después que haya pasado por los filtros de arena. Es esta una cuestión que no es posible resolver sobre el papel con los datos que suministran los trabajos citados.

Pero ¿acaso no se pueden hacer ensayos del procedimiento entre nosotros ?

Es cierto que en el escrito de M. Gosselin, vénse manifiestas objeciones relativas al procedimiento, pero su conclusión es tal que hace ver que el problema puede ser encarado ya bajo su faz industrial.

Dice él, en efecto: «En resumen, se puede afirmar que la esterilización de los grandes cubos es actualmente posible bajo el punto de vista comercial é industrial, i que el agua tratada por el ozono es perfectamente sana y propia para la alimentación».

Entonces, ¿porqué no se habrían de hacer esos ensayos en Buenos Aires?

Existe en París una Compañía del Ozono, con instalaciones especiales i bien podrían hacerse gestiones para que practicase esos ensayos, en la misma forma que los hizo aquí hace poco la Compañía de Aguas de París, con los filtros revolver de Anderson.

I si esos ensayos condujesen á un resultado satisfactorio, podría emplearse el procedimiento, siempre que la cifra del aumento que resultase para el precio del metro cúbico de agua, cayese dentro de límites convenientes.

Así lo creemos, i creemos también que sería entonces esta una nueva mejora á incorporar á las muchas que se requiere i piensa introducirse en el servicio de aguas de la Capital.

***

Damos, para finalizar, á continuación, los resultados obtenidos por el Dr. Otto, durante las distintas faces de la ozonisación, con las aguas de los ríos Vanne i Seine.

AGUA DEL VANNE

NO OZONADA	OZONADA 1ª faz	Ozonada 2ª faz
B. Fluorescens liquefaciens *B. Coli communis* B. Subtilis M. Ferridosus M. Aquatilis M. Candicans Levadura rosa Penicilium glaucum Aspergillus niger	B. Subtilis M. Aquatilis Levadura rosa *(Han desaparecido los microbios patógenos)*	0

AGUA DEL SEINE

NO OZONADA	OZONADA 1ª faz	Ozonada 2ª faz
B. Fluorescens liquefaciens *B. Coli communis* *B. Termo* *B. Proteus vulgaris* *M. Prodigiosus* B. Subtilis M. Aquatilis M. Luteus M. Aurantiacus Penicilium glaucum Aspergillus niger	B. Subtilis M. Luteus P. glaucum *(Han desaparecido los microbios patógenos)*	0

(Las especies cuyos nombres figuran en estos cuadros, son aquellas que he podido claramente aislar i caracterizar, siendo el proceso de la reacción extremadamente interesante.) (Otto).

E. A. DAMIANOVICH.

Sobre los errores topográficos

(Continuación, véase N° 101)

Errores de apreciación — Á haberse publicado este artículo á continuación del anterior no hubiera puesto epígrafe ninguno al parágrafo que escribo, puesto que él es una continuación inmediata del final del artículo publicado, que hube de interrumpir por su larga extensión. Sigo, pués, el asunto que allí corté:

La mayor parte de los autores que de esta materia se ocupan — y que yo he leído — lo hacen con una amplitud considerable, pero tratando únicamente de hacer aplicaciones individuales: creo que no es ese el modo de encarar el asunto tal como exije la corrección general de aquellos errores. Por lo común dichos autores se explayan acerca de las diferencias que presenta una magnitud cuya medida se ha repetido varias veces, y del error que en definitiva debe aceptarse en la serie obtenida, aunque siempre sobre la magnitud evaluada. Pero es el caso de preguntar ¿conociendo ese error, científicamente deducido, qué influencia puede ejercer en un área limitada por un conjunto de esas magnitudes individualmente apreciadas hasta el límite que la ciencia y los medios humanos han determinado? ¿No es por ventura el error final perteneciente á dicha superficie una función de todos los errores, muy pequeños si se quiere, repartidos entre los ángulos y las distancias de la poligonación? (1) Más claro todavía: un polígono tiene 20 lados y, á priori, 20 ángulos; en cada lado lo mismo que en cada ángulo se ha precisado el error siguiendo el método de los maestros, que, aunque muy suscintamente, expongo más adelante; esta suma de 40 errores ¿qué clase de importancia representa en la determinación del área, y aún pudiéndose conocer, en qué condiciones se debe ó nó tolerar ese mismo error terminal? Además, con la tolerancia racional del 6 ‰ en superficie ¿basta apreciar los ángulos á minutos, ó hay que efectuar la medición á medio minuto ó menos todavía? ¿Se encontraría mucha diferencia si los ángulos se apreciasen con 2 ó 3 minutos de error? Voy aún más allá: rotos los niveles del limbo horizontal del teodolito ¿qué importancia mayor reportaría para la solución superficial la evaluación del ángulo de dirección, horizontando *á ojo* el mencionado limbo? La verdad que es algo difícil contestar á todas estas preguntas con una gran precisión.

Efectivamente, si suponemos que en un cuadrado de 100 metros de lado, *matemáticamente* medidos, se comete en la avaluación angular un error colectivo de 8' en menos, que se repartiría en todo caso á ra-

(1) Es justamente lo que se deduce de tres complicadas fórmulas que Merriman, autor del que me ocuparé en seguida, aplica á la determinación de dicho error final, pero siempre encarando la cuestión de una manera bien diversa á como procedemos nosotros en las mensuras.

zón de + 2' por ángulo, y se hace el cálculo de área sin esta distribución previa del error de 2', tendremos

$$S = 100^2 \text{ sen } 89^\circ 58' ;$$

que, hecho el cálculo con las Tablas de Callet á 7 cifras decimales, nos da

$$S = 9999^{m^2},9954 ;$$

y esto produce, como se vé, una diferencia de 46^{cm^2}, sobre los 10.000 m^2 que debiéramos encontrar á estar bien medidos los ángulos. Esta diferencia, á no ser que entremos en los dominios del milimetrismo, no debe ser tomada en cuenta para nada. Extendámonos algo más todavía: hagamos el cálculo en el supuesto del mismo error angular y del 3 °/₀₀ en las distancias que, para mayor seguridad, también supondremos en menos. Según esta doble admisión se tendrá

$$S = 99.7^2 \text{ sen } 89^\circ 58',$$

de donde

$$S = 9940^{m^2},0886.$$

Esta nueva diferencia produce un error de muy cerca del 6 por mil, que es justamente el error final que hemos admitido para las superficies.

¿Se puede sacar entonces de este resultado el corolario de que es suficiente medir los ángulos de cualquier polígono apreciándolos únicamente á menos de 2'? De ninguna manera, y fundo mi afirmación: 1° en el hecho de las diversas formas irregulares con que se presentan las poligonaciones en la generalidad de los casos ocurrentes en nuestras mensuras, ó mejor dicho, en los trabajos del Agrimensor; 2° en la circunstancia de ser el resultado superficial una función más ó menos compleja de las medidas lineales y angulares y al mismo tiempo de la figura geométrica (*). Deducir, pues, para el área un coeficiente de corrección con factores tan distintos, es sumamente difícil, por no decir imposible, tanto más cuanto que además de los hechos mencionados, hay que agregar todavía el de los límites legalmente tolerados, los cuales dependen de varias circunstancias determinadas por el propio objeto y alcance de la medida; objeto y alcance que indican la razón de una mensura preliminar y no definitiva, el valor casi siempre creciente de la propiedad y algunas veces el solo criterio de los legisladores.

En una mensura realizada en el Departamento de Soriano á mediados de este siglo y aprobada por la Comisión Topográfica de esa fecha, sucedió que al rectificarla hace algunos años, con motivo de cierto deslinde que yo efectuaba en unión de los Ingenieros Lamolle y M. García de Zúñiga, encontramos errores en las distancias obtenidas en aquella vieja mensura que no bajaban del 12 °/₀! Es verdad que entonces no se toleraba ese error; y si el hecho aconteció fué solamente á pedido del Sr. Fiscal de la misma época, quien creía que los nuevos gastos de rectificación en el terreno podrían ser demasiado onerosos para los interesados. Aceptada la vista fiscal dada á continuación del rechazo de la mensura por la predicha Comisión, volvió á ésta para que la admitiese después de una *componenda de gabinete* que, acerca de ella, practicase el Agrimensor operante, lo que así se hizo. Hoy ni el Fiscal propondría semejante arreglo, y aún cuando de esa manera lo hiciere su opinión no tendría eco ninguno en el Departamento de Ingenieros. Pero si nos trasportamos á una época más lejana que la del año 1850 ¿qué inconvenientes habría habido entonces en hacer tolerancias mayores del 3 °/₀₀ en las distancias y de medio minuto en cada ángulo? Ninguna, puesto que en esa remota fecha se compraba por menos quizá de 500 $ el terreno que hoy vale más de 20.000 $. Por lo tanto la tolerancia de error, y de consiguiente el criterio de aquellos todavía monárquicos legisladores, podía dar mayores facilidades á las mensuras de esa época, que acaso importaban tanto como la misma propiedad que se medía.

Después de esta digresión tal vez algo llena de dudas, hagamos un poco de teoría. De la excelente obra del Profesor Merriman traducida por el doctor V. Balbín de Buenos Aires (1889), (*) obtengo desde luego un principio de la mayor importancia. « Si cuatro mediciones, dice, de la longitud de una recta dan los valores 720.2, 720.3, 720.4 y 720,5 metros, *la media aritmética* 720.35 *se acepta universalmente* (subrayo por mi cuenta) *como el valor más probable* de la longitud de la recta. » Este principio, que yo pondría en un texto de Topografía sin demostración, fué aceptado de este modo por el ilustre Gauss, el genio del cálculo y primer geómetra del siglo como le llamó Laplace el no menos ilustre calculista, *creador* del sistema solar. « Cuando las observaciones, dice de nuevo el Sr. Merriman, son de igual precisión y han sido hechas directamente sobre la cantidad cuyo valor se busca, es idea reconocida por todos, que la media aritmética es el valor más probable de la cantidad observada », y agrega « que ésto puede deducirse del principio fundamental de los cuadrados mínimos, » lo que en seguida desarrolla.

Cuando las diferentes medidas de una magnitud no tienen el mismo *peso*, ó sea igual precisión, entonces hay que abandonar el uso de la media aritmética. Supongamos que se han efectuado m mediciones de una magnitud cualquiera, las que tienen un peso p, m' con otro peso p' y un tercer grupo m'' con un peso p''; si α es el valor de la magnitud, aceptado como el más probable, será

$$\alpha = \frac{pm + p'm' + p''m''}{p + p' + p''} \qquad \text{(A)}$$

(*) Hace pocos días dí á mis alumnos de la Facultad (hecho que he repetido varias veces) los datos necesarios para la construcción de una planilla de cálculo de área. Con toda intención puse un error de 4' en la suma de los ángulos. Algunos de ellos repartieron el error en partes iguales apreciando así los ángulos con segundos, y otros de una manera arbitraria, sólo á minutos. Los primeros calcularon las proyecciones á centímetro y siguieron con ellas hasta la terminación de la planilla; los segundos despreciaron los centímetros y con diferencias menores de medio decímetro, siguieron la planilla solamente con los decímetros, y así la acabaron; pues bien; se encontró una diferencia entre los dos resultados superficiales de 430 m^2 sobre 266 hectáreas; ó sea 1 á 6000; y casi habría motivo para decir 1 á 12000. El hecho está de acuerdo, como se vé, con lo que he dicho en mis artículos.

(*) Obra de 200 páginas, en formato mayor, dedicada *exclusivamente* al cálculo de las probabilidades y determinación de errores topográficos, geodésicos y astronómicos.

Para darnos alguna idea de este resultado tenemos que tomar las cosas de más atrás. En primer lugar ¿qué se entiende por *peso* de varias medidas, ó mejor, de un valor medio? Según la escuela que se siga, así será la respuesta. Si llamamos K al grado de precisión de una magnitud obtenida por la media aritmética de varias medidas, el peso P estaría representado por $P = K^2$. Así es sencillamente como lo define Pelletan, autor que ya hemos citado en estos artículos. H. Sonnet en su *Dictionnaire des Mathématiques appliquées,* dice que, «el peso de un valor medio es el número que mide la precisión con la cual una incógnita se encuentra determinada cuando se adopta para su valor la media obtenida por un cierto número de observaciones,» y agrega: «desgraciadamente los autores designan con este nombre cantidades diferentes», lo que indudablemente produce una lamentable confusión en las aplicaciones del cálculo de las probabilidades á la teoría de los errores. El profesor Merriman define el *peso* como Sonnet, y en seguida expone: «Cualquiera observación que tiene un peso p puede considerarse como equivalente á p observaciones de peso igual á la unidad, ó como teniendo una equivalencia práctica ó valor igual á p veces el de una sóla observación. Por consiguiente el uso de los *pesos* puede considerarse como un método conveniente de abreviación. Así 934,2 con un *peso* de 10, expresa lo mismo que el número 934,2 escrito 10 veces y considerado cada vez como una sóla observación».

Los autores franceses en general llaman *peso* al producto del *módulo de convergencia,* ó sea la mayor ó menor rapidez con la que diferentes medianas se van acercando á la mediana general, (*) por la raiz cuadrada del número de observaciones; mientras que los autores alemanes definen el peso diciendo que es igual á 1 partido por el cuadrado del error medio; y se entiende por error medio la raiz cuadrada de la media aritmética entre los cuadrados de todos los errores. Es en vista de todas estas confusiones, que adoptaré la definición de Sonnet.

En seguida, también aceptaremos, aunque sin demostración, el siguiente principio: *En varias medidas de igual peso, los valores más probables son aquellos en que la suma de los cuadrados de los errores de cada observación es un minimum.* De este principio se puede deducir la regla de la mediana tal cual la aceptamos antes. En efecto, representemos por x el valor de esa mediana y por $\gamma, \gamma', \gamma''$, tres medidas de la magnitud; entonces $x - \gamma$, $x - \gamma'$, $x - \gamma''$, serán los errores, y en virtud del principio recien formulado

$$(x - \gamma)^2 + (x - \gamma')^2 + (x - \gamma'')^2 = minimun.$$

Pero esta igualdad no puede existir sino á condición de que su derivada sea cero; luego

$$2\,(x - \gamma) + 2\,(x - \gamma') + 2\,(x - \gamma'') = 0\,;$$

de donde

$$x = \frac{\gamma + \gamma' + \gamma''}{3}$$

y, en general,

$$x = \frac{\gamma + \gamma' + \gamma'' \ldots\ldots}{n}$$

(*) Esta definición del módulo de convergencia la tomo de Sonnet, así como las dos principales del párrafo. Pelletan dice que ese módulo es un coeficiente constante, también llamado *precisión.*

Con el fin de demostrar la fórmuta (A), ampliaremos el principio anterior: Supongamos que α es el valor más probable, como admitimos al hallar la fórmula; entonces

$$p\,(\alpha - m)^2 + p'\,(\alpha - m')^2 + p''\,(\alpha - m'')^2 = minimum$$

lo que justamente constituye la ampliación recién anunciada. La primera derivada de esta función nos dá

$$p\,(\alpha - m) + p'\,(\alpha - m') + p''\,(\alpha - m'') = 0\,;$$

y de aqui

$$\alpha = \frac{p\,m + p'\,m' + p''\,m''}{p + p' + p''}.$$

Y la fórmula (A) queda relativamente aclarada.

Ya dije lo que se entiende por error medio: con su definición tratemos de buscar el error medio x de que está afectada una mediana. Sean m, m', m''... un cierto grupo de medidas que tienen un error medio e. La media aritmética X de todas estas observaciones es

$$X = \frac{m + m' + m''\ldots.}{n} = \frac{m}{n} + \frac{m'}{n} + \frac{m''}{n}\ldots..$$

Pero siendo X una función lineal de las cantidades m, m', m''...., su error x dependerá de los errores de que estén afectadas dichas cantidades; así que aplicando la definición del error medio, resultará

$$x^2 = \left(\frac{e}{n}\right)^2 + \left(\frac{e}{n}\right)^2 + \left(\frac{e}{n}\right)^2 \ldots.. = \frac{e^2}{n}.$$

Es decir, que

$$x = \frac{e}{\sqrt{n}}.$$

Por consiguiente, será tanto menor el error x de la mediana X cuanto mayor es el número de observaciones, lo que era fácil de prever.

Para finalizar con la teoría copiaré ahora de la obra de Merriman los siguientes principios deducidos después de un gran número de experiencias; «Los errores pequeños son más frecuentes que los grandes. Los errores positivos son tan frecuentes como los negativos. Los errores muy grandes no ocurren.» El lector juzgará acerca del *provecho práctico* que se puede sacar de estos principios en el cálculo definitivo del área. Al final del artículo anterior citaba ya un caso típico de compensación de errores; no nos deben, pues, tomar de sorpresa los dos primeros principios. Respecto al último, me ocuparé de él al tratar de los errores accidentales.

Haciendo el resumen de todo lo expuesto, se obtiene en limpio que la media aritmética es el valor más probable de una medición repetida varias veces, á condición empero que los resultados de esas medidas tengan igual peso, para evitarnos así el tener que considerar la fórmula (A). Pero, sin perjuicio de hacer algunas aplicaciones de la teoría expuesta á la fijación de un punto y trazado de una poligonal, séame permitido hacer de nuevo ciertas objeciones de caracter general y práctico. En el terreno de los hechos un ángulo no se mide y se vuelve á medir, sino que se mide y se repite ó se reitera; y en tal supuesto la media aritmética no tiene ninguna aplicación, á no ser para las dos lecturas que mencioné

en el artículo anterior. Respecto á las distancias, se miden una sóla vez, y únicamente en los casos, poco numerosos por cierto — pero ocurrentes aun cuando el tercer principio copiado no los admita — de que se haya encontrado un grave error en las sumas algebraicas de las proyecciones, es que se las vuelve á medir, y el verdadero y único peso que se adopta para dichas distancias, es el del valor que convenga para reducir *proximamente* á cero tales sumas.

Es por todo ésto que conviene repetir aquí aquello que se ha dicho alguna vez, de que mucha teoría *sóla* es indudablemente mejor que mucha práctica *sóla*, porque con la primera se adquiere con más facilidad la segunda, y no con ésta la otra; pero la verdad es, que cuando ambas van unidas se alcanza el verdadero *desideratum* del que piensa y trabaja. Y es así tambien como Pelletan después de dedicar unas setenta páginas, en su *Traité de Topographie*, á la teoría de los errores, concluye con el siguiente párrafo que debo trascribir para dejar más á salvo mis conclusiones generales: «Es necesario aplicar los cálculos de la compensación, cálculos generalmente *largos y laboriosos* á todos los trabajos topográficos? Si algunos geómetras así lo piensan, nos parece que no toman en cuenta los *muy frecuentes inconvenientes* de un contratiempo inútil. Según nuestro criterio, únicamente para levantamientos de una *gran importancia* es que debe considerarse esa clase de cálculos: es aquí realmente donde su utilidad es incontestable. Creemos que debemos recomendarla para una triangulación de primer orden y también para el trazado que ha de formar el canevás de los levantamientos subterráneos. Para los levantamientos de detalle (y topográficos agregaría yo), los cálculos á los cuales conduce la *teoria de los errores* es *supérfluo*».

*
* *

Errores accidentales. ANGULOS. En un polígono de diez lados, por ejemplo, se observa que al hacer la suma de sus ángulos hay un error de 6°. El instrumento fué previamente rectificado, lo mismo que al terminar la mensura; así que no debe atribuirse esa enorme diferencia de 6° á ninguno de los errores que hasta aquí hemos considerado; y entonces no se la puede admitir sino como un *descuido* en la lectura de algún ángulo, una verdadera *equivocación*; y aunque esta clase de errores no entran en el dominio de las fórmulas y del cálculo consiguiente, vamos, sin embargo, á consagrarle dos palabras. Ocurre desde luego indagar cual es el ángulo equivocado. Para ello el método más comunmente seguido es el de examinar las causas que pudieron concurrir á la realización de tal descuido: el recuerdo de ciertos detalles, como, por ejemplo, una conversación inusitada, una duda capaz de producir alguna excitación nerviosa en el espíritu del Agrimensor, etc., acaecida al medir tal ángulo, es á veces suficiente para volver al verdadero vértice de la medida equivocada; pero, si así no sucediere, es cuestión entonces de medir los ángulos restantes hasta llegar al del error, lo que ciertamente produce un gran desagrado.

Los viejos Agrimensores de este país seguían un procedimiento bastante ingenioso para hallar en el gabinete el ángulo equivocado: para ello, construían muy prolijamente el polígono por medio de los ángulos y las distancias, sin preocuparse para nada del error; y al trazar sobre el papel el último lado que, como es natural, no terminaba en el punto de partida 1 sino en otro punto A, unían A con 1, en el medio de A-1 levantaban una perpendicular, y esta línea pasaba *justamente* por el vértice buscado. Esta construcción de gabinete, que salva al Agrimensor de un bochorno — particularmente si es nuevo — puesto que en el terreno no tiene que medir de nuevo sinó un ángulo, está fundada principalmente en el principio de que dos polígonos son iguales cuando tienen $n-1$ lados iguales y $n-2$ ángulos adyacentes iguales. Me felicito de poder resucitar públicamente este método que desde hace poco tiempo conozco; pero conste que no sé si soy el primero en hacerlo así.

Alejado ahora de las equivocaciones, diré: que cuando se estaciona el teodolito debe procurarse que el vértice de la plomada coincida bien con el punto que desde la estación anterior se había visado, porque si la distancia es corta, ésto podría dar lugar á un error de cierta consideración; así como también el de horizontarlo convenientemente; horizontalización que debe hacerse con más esmero todavía en el nivel del anteojo, si lo que se va á medir es un ángulo vertical, ó bién la determinación de la línea horizontal de una nivelación. Las visuales que se dirijan para evaluar los ángulos azimutales, debe procurarse que vayan al pie de la banderola. Cuando los accidentes del terreno no permitan distinguir ese pié, y particularmente en el caso que hayan de empalmarse entre sí los jalones, procurar que se verticalicen perfectamente bien por medio de un perpendículo que podrá llevar para ese objeto el porta-bandera: la falta de verticalidad de izquierda á derecha ó viceversa, puede engendrar errores que conviene evitar. Asegurarse completamente de que la banderola que se clave en un día del trabajo lo sea en el mismo lugar *exactamente* donde estuvo puesta en el día anterior; y tomar la mayor cantidad posible de ángulos de comprobación, dirijiendo al efecto visuales á un mismo punto desde diferentes estaciones. Estas visuales, que ayudan á obtener dicha verificación, pueden servir al mismo tiempo para avalizar las estaciones cuando los puntos visados desde cada una de ellas sean más de dos, ó aún mismo, dos si se quiere.

Algunas veces sucede que la puntería no es posible obtenerla con toda precisión, porque su dirección coincide más ó menos con la del Sol en el horizonte; en tal caso se debe suspender el trabajo para continuarlo en hora más propicia, en lo que no se pierde al fin tanto como con la incertidumbre de la visual. También podría suceder que no destacase perfectamente la bandera *blanca* proyectada en el cielo menos azul del horizonte ó en un terreno de piedras blancas, ó bien la *colorada* sobre el fondo oscuro de un cerro terroso. Para salvar el inconveniente de pre-

cisar *pronto y acertadamente* la visual, es que deben emplearse las banderas bi-colores — blanca y colorada — y dejar las de uno sólo para señales ó para fijar puntos intermedios en los lados del polígono.

Respecto al uso del goniómetro que ha de adoptarse en una mensura, se debe estar en parte á lo que dicen los textos cuando hablan de los límites de apreciación y del empleo á que se hallan sujetos dichos aparatos; y digo, en parte, porque las circunstancias se modifican mucho según sea el terreno que se va á medir. En las mensuras judiciales el único goniómetro empleado en mi país es el teodolito; de manera que en este caso la elección está ya indicada. Como los teodolitos pueden ser tránsitos, es bueno recordar que no hay que valerse de esa disposición del aparato para prolongar las líneas, sinó adoptarlo nada más que como simple medio de verificación, salvo el caso, naturalmente, que se hubiese centrado con anterioridad el plano vertical colimador.

Finalmente, ocurre preguntar si conviene más repetir el ángulo que reiterarlo, ó al revés. El lector conoce ya mi opinión sobre tal particular: creo que si no hay error de arrastre ó es posible determinarlo y corregirlo como antes indiqué, el método de la repetición supera al de la reiteración. Después de las consideraciones expuestas acerca de la teoría de los errores, tengo nuevos medios para justificar mayormente mi opinión. Supongamos, en efecto, que se hayan efectuado n reiteraciones correspondientes á un mismo ángulo; se tienen entonces $2n$ errores de puntería y otros tantos de lectura. De modo que suponiendo α el error de cada una de las punterías y β el de las lecturas, el error ε de ambas, será

$$\varepsilon^2 = 2\alpha^2 + 2\beta^2.$$

Pero el error x es tanto menor cuanto mayor es $\sqrt{n}$, y su cuadrado cuanto mayor es n; luego el error final X de las n reiteraciones será

$$X^2 = \frac{2\alpha^2}{n} + \frac{2\beta^2}{n^2}.$$

Esto en la reiteración; mientras que en la repetición, en la que hay $2n$ errores de puntería y solamente 2 de lectura, se tendrá

$$X'^2 = \frac{2\alpha^2}{n} + \frac{2\beta^2}{n^2};$$

de donde

$$X^2 - X'^2 = \frac{2\beta^2(n-1)}{n^2}.$$

Siendo este quebrado constantemente positivo, se verificará

$$X > X'$$

Luego hay mayor error en la reiteración que en la repetición.

NICOLÁS N. PIAGGIO.

(Concluirá)

OBRAS HIDRÁULICAS (*)

II

PERO volvamos á las obras hidráulicas, las que podemos agrupar en cuatro grandes secciones: la fluvial, que abarca los canales de navegación; la marítima, la agrícola y la industrial. La primera se relaciona con los trabajos requeridos para facilitar la navegación interior; la segunda á las que posibilitan el comercio de cabotaje i ultramarino; la tercera á las que permiten el riego, el represamiento de las aguas corrientes, los desagües, los avenamientos, etc.; la última, á las que atañen al aprovechamiento de las aguas como fuerza motriz.

No es posible ocuparse detalladamente de temas tan variados como extensos y complicados; pero podemos sintéticamente estudiar su faz general para indicar lo que debemos i podemos hacer dadas las necesidades del país.

Poseemos ríos inmensos, naturalmente navegables como el Paraná, el Uruguai, el Estuario, i otros que admiten, por lo menos en alguna extensión, la navegación de barcos de poco calado, como el río Negro, el Pilcomayo, el Bermejo, etc. Los primeros admiten buques de regular calado, no superior á los 15 piés ingleses; pero con obras de encauzamiento podrían admitir facilmente los mayores buques que frecuentan nuestros grandes puertos de La Plata i de la Capital.

¿Qué hemos hecho hasta la fecha para mejorar las condiciones de esas grandes arterias comerciales? Nada ó poco menos, porque no es con dragados aislados, que el río rellena nuevamente, apenas abandonados á si mismos, que se solucionará ese punto.

De los dos medios que podemos adoptar para alcanzar tan importante objeto, el dragado ó encauzamiento mecánico, i la corrosión natural ó encauzamiento automático aprovechando de la fuerza dinámica del mismo curso de agua, cuando la velocidad pueda hacerse tal que las aguas corroan su propio lecho, el dragado es posible en terrenos de sedimentación aluvial, siempre que se prevea un tren suficiente para la excavación requerida y su perenne conservación. Sistema de aplicabilidad local, pues dada la escasa población i los pocos puertos fluviales de importancia existentes, sería de un coste enorme queriéndole aplicar en vasta escala, no compensado, por ahora, con los beneficios que produjera.

(*) El hecho de que el ingeniero Barabino cite, en estos sus artículos sobre obras hidráulicas, que nos remite desde Italia, al ingeniero Cipolletti y se ocupe del Rio Negro sin referirse á la obra recientemente publicada por éste respecto del mismo, nos induce a llamar la atención de los lectores de la REVISTA TÉCNICA sobre lo que manifiesta el ingeniero Barabino de que estos artículos han sido escritos antes que él hubiese podido tener conocimiento de esa obra, hecho que viene á aumentar el interés de aquellos, por cuanto, dada la materia de que trata su autor se vé naturalmente obligado á opinar sobre puntos respecto de los cuales conocemos ya el modo de pensar del Sr. Cipolletti, interés que no puede decaer mayormente aunque se trate de principios científicos sobre la materia.

N. de la D.

El encauzamiento automático, dada la naturaleza limo-arenosa de nuestros grandes ríos, es también posible y su coste injente, pero tiene la ventaja que bien estudiado i conseguido el resultado, no requiere el gasto grandísimo de conservación que demanda el dragado. Este es un paliativo; aquel, siendo posible: un específico.

Así, por ejemplo, pretender abrir cauces en la adyacencia del puerto del Rosario con dragados parciales, cuando las causas de los aterramientos deben buscarse aguas arriba i eliminarlas, sólo producirá ventajas momentáneas á menos, como dije, que se mantenga perennemente un tren de dragado de potencialidad correspondiente; mientras que si se obliga, con obras oportunas, — espigones, defensas de márgenes—las corrientes á recuperar su cauce primitivo, la conservación de la mejora estará más asegurada y costará menos.

Otro tanto digo para el ya famoso muelle de San Nicolás, el cual abandonado desde tiempo inmemorial, á pesar de haber sido construido del calado necesario, hoi se halla barreado por los progresivos aluviones que han ido depositándose en su cercanía.

Tanto para el Rosario como para San Nicolás, se ha tentado solucionar el punto construyendo puertos á algunos kilómetros aguas abajo de ambas ciudades A esto obedecieron los proyectos de puerto formulados por la empresa de Don Juan Canals para el Rosario i de la Sociedad «Puerto de San Nicolás» para este punto.

Lamentable es por cierto, que la crisis económico-comercial que aún aflije al país no haya permitido la realización de esos proyectos, pues, especialmente por lo que respecta al primero, habría sido de dudosos resultados para la empresa, pero de grandes ventajas para la nación.

Pero estos mismos proyectos de puertos, es decir, estos puertos una vez efectuados, si no se hubiese procedido á la conservación constante de los fondos habrían terminado por colocarse paulatinamente en las condiciones actuales de los mencionados puertos.

No es menos sensible que no se haya prestado séria atención al proyecto del ciudadano norteamericano J. H. Wheleer, no en su forma gráfica — poco séria é inaceptable — pero sí por su fondo, interesante como solución científica del encauzamiento automático del Estuario i de la desembocadura del Paraná de las Palmas, mediante diques trasversales dispuestos en espina de pescado; séria bajo su faz financiera por la oferta de un respetable depósito de dinero que como garantía tenía el proponente; i por el apoyo moral del Señor Ministro de los EE.-UU. que abonaba en favor del Sr. Wheeler, habiéndole presentado personalmente á los miembros del P. Ejecutivo.

La propuesta del señor Wheeler, preciso es confesarlo, era incorrecta como forma, pues solo presentaba un croquis indigno de la obra que proponía; pero el Gobierno ó el H. Congreso podían haber impuesto al recurrente — como condición prévia — la presentación de un anteproyecto, no solo racional como fondo, sinó sério como estudio de máxima, cual lo aconsejaba el Departamento de Injenieros; con lo cual se habría conseguido algo de provecho para el país; pero mediaban intereses personales antagónicos, rivalidades de empresas, i la propuesta fué no sólo obstaculizada, sinó que ni siquiera se la tomó en consideración por los que debían hacerlo.

Otras propuestas hubo para el encauzamiento del estuario i ríos afluentes como las de la Dragadora Argentina, Señores Perrier y Cia., Durand Sol y Cia., etc. Algunas se comprometian á dragar los altos fondos, pero no á conservarlos; otras apelaban al dragado i establecían el atoaje. Todas ellas fueron estudiadas é informadas por el Departamento de Obras Públicas; ninguna fué aprobada, salvo la de la Dragadora Argentina, que fracasó, i, por tanto la realización de obras de tanta importancia no tuvo lugar.

El Señor Ministro de Obras Públicas encontrará los antecedentes en las Memorias del estinguido Departamento de Obras Públicas correspondientes á los años 1887 á 92.

* * *

Respecto á los ríos de menor caudal que hemos mencionado, tambien se presentaron propuestas al Gobierno para el encauzamiento del Río Negro; pero en condiciones inaceptables para los intereses de aquella región i sin base científica que justificara las obras que se proponía.

Más sérios fueron los trabajos efectuados por el malogrado capitán Page, á cuya iniciativa y constancia se debió la adquisición de vapores de poco calado, movidos por ruedas de paletas situadas á popa, que se emplearon en la remonta del río Pilcomayo, cuyos resultados ignoramos, así como el destino que tuvieron las embarcaciones después del fallecimiento del meritorio capitán.

La lógica impone que antes de proceder á la canalización, por ahora de relativa poca importancia, de los ríos chaqueños, se proceda al encauzamiento racional, progresivo, del Río Negro, por cuenta del Gobierno, ó, mejor, por empresas privadas, pero mediante licitaciones públicas sujetas á programas formulados por el Ministerio de Obras Públicas, que solo tendrá en vista el interés nacional, mientras que las propuestas privadas libres solo obedecen, en general, á un exagerado interés privado de las empresas, contrario al de las poblaciones afectadas.

El problema, pues, de la navegación interior es complejo i de dificil solución inmediata; pero será obra de sana y previsora administración disponer desde ya que se vaya acumulando datos i estudios para que paulatinamente, y dentro de un programa dado, bien concebido, el país adquiera el conocimiento exacto de sus condiciones, recursos y necesidades, para llenar estas progresivamente.

El estudio potamográfico de nuestras arterias fluviales se impone. Hace años, muchos años, que lo hemos aconsejado en los múltiples informes i memorias anuales del Departamento de Obras Públicas, i lo reiteramos hoi libres de toda injerencia oficial.

El Gobierno, esto es, el señor Ministro de Obras Públicas, debe ordenar que los injenieros residentes en las provincias procedan por etapas al estudio de

los torrentes y ríos que las surcan, no solo en su icnografía, sino que tambien en su hidrografía, tomando nota de sus diversos estados (de avenida, normal i de estiaje); de la naturaleza jeolójica de los cauces i de los aluviones, de las velocidades de las corrientes en sus diversas faces; de la estoa de las mismas; levantando perfiles longitudinales y transversales; verificando las necesarias calicatas del terreno; todo referido á una triangulación que abarque el curso de agua en estudio, i una nivelación que comprenda toda la zona pertinente de la planimetría.

Complemento necesario son las observaciones meteorolójicas, por cuya razón cada comisión, cada oficina de injenieros nacionales, deben ser un pequeño observatorio provisto de termo-barometrógrafos, anemo-pluviometrógrafos, psicrómetros, idrometrógrafos, etc.

A un río que quiera conocerse hai que seguirle desde su orijen estudiando sus fenómenos dinámicos, que permitirán conocer los de erosión, de sedimentación jeneral y deltación, ó sedimentación en su desembocadura en otros ríos ó en el mar.

Es sabido que los ríos montañosos deben sus inflexiones á las tortuosidades de las faldas, cuyos impluvios deben forzosamente seguir; pero en las llanuras, jeneralmente terrenos sedimentarios, la fuerza que anima á aquellos les permite surcar en dichos terrenos su cauce de modo de establecer el equilibrio entre la fuerza corrosiva i la tenacidad de los mismos, álveos que las avenidas y los estiajes modifican estable ó momentáneamente, según su intensidad i duración; i así nos encontramos frente al fenómeno de las ramificaciones, completas ó incompletas, es decir, que dan lugar á cauces que desembocan independientemente en otros cursos de agua, lagos, el mar, ó bien que vuelven agua abajo, al cauce primitivo.

Tratándose de ríos navegables se comprende fácilmente la importancia grandísima de conocer sus fenómenos aluviales, pues de sus condiciones erosivas depende en gran parte la estabilidad de las construcciones que en ellos se levanta, sea en su lecho ó en sus márjenes; i de los fenómenos sedimentarios, la viabilidad de los barcos i acceso á las obras de puerto.

Para darse cuenta de la importancia del fenómeno, basta examinar la imponente deltación de la ría platense, la que desgraciadamente dificulta el paso á los buques que han de remontar el Paraná i Uruguai, ría inmensa producida por el delta negativo á que dan lugar las mareas i marejadas sudestales en pugna con la corriente fluvial.

En cambio, en los ríos no navegables, las sedimentaciones interesan por las cuestiones á que pueden dar lugar del punto de vista del mejor derecho de los ribereños á los aluviones que amenguan la propiedad en una márjen para acrecentar la opuesta.

El estudio, pués, de los fenómenos aluviales, es necesario en todos los casos i debe realizarse científicamente en todas las provincias por los injenieros de la nación.

La observación i anotación de las elevaciones descensos i estoas de las aguas de un río, si navegable, tiene importancia en la determinación del nivel por dar á las obras que en ellas se efectúa en consonancia con el destino que se debe dar á las mismas. Así, por ejemplo, el Paraná alcanza en el Rosario un desnivel de más de cinco metros entre sus aguas de avenida i estiaje; i en el Uruguai, frente á Concordia, la diferencia entre las aguas altas máximas i bajas mínimas alcanza á catorce i medio metros. Por esto se pensó en construir muelles escalonados que permitieran las operaciones de cargas en todas las circunscias.

Pero, en jeneral, el conocimiento hidro-altimétrico de los ríos presenta una faz importantísima que es la referente á las inundaciones, de las que acaba de presentar un ejemplo doloroso la Argentina, con los recientes desbordes del Río Negro, que ha llevado la muerte y la ruína á las poblaciones del valle homónimo.

No puedo menos, aquí, que aplaudir al señor Ministro de Obras Públicas por haber encomendado á una persona seria i competente como el injeniero Cipolletti el estudio de los ríos patagónicos. porque ello importa no sólo tomar á lo serio una obra de progreso, sino que también un deber de humanidad.

No he leído aún el trabajo del injeniero Cipolletti, pero tengo la convicción que debe haber hecho obra digna de sus conocimientos hidráulicos i merecedora de atención y estudio, por más que habrá carecido de muchísimos elementos, especialmente en lo que atañe á observaciones meteorológicas é hidrométricas numerosas i debidamente prolongadas.

Nuestro intelijente compañero de redacción, el injeniero Tzaut, según leí en la Revista Técnica, propuso el aprovechamiento de las lagunas existentes en aquellas rejiones como moderadoras de las avenidas que pueden reproducirse en el valle del Río Negro.

La propuesta puede ser racionalísima. Aquí en Italia se ha trasformado el lago de Orte en depósito de retención i fué concedido con igual objeto el Lago Maggiore. Pero deseo hacer algunas observaciones.

Para neutralizar los efectos perniciosos de las inundaciones hai que tener en cuenta la naturaleza del río i las circunstancias locales que le acompañan. Así en un río de montaña, torrentoso ó nó, podría hallarse la solución del problema en las accidentalidades de las faldas entre las cuales corre, formando estanques en las abras existentes, en valles secundarios, construyendo pequeñas presas en las angosturas, etc.; mientras en un río de llanura, que casi siempre constituye el canal ó tronco de descarga de aquellos, i es engrosado por el tributo de otros cursos menores que á él afluyen en todo su recorrido, es necesario estudiar estos afluentes para establecer en ellos las obras necesarias para impedir la rápida i simultánea bajada de sus aguas al cauce principal.

El primer caso sería especialmente aplicable á aquellos ríos que teniendo su fuente en las nevadas crestas andinas deben su exuberancia de agua á fuertes y rápidos deshielos; el segundo, será efecto de copiosas lluvias en las extensas cuencas hidrográficas, unidas — si se quiere — á los mismos deshielos.

Se impone, pues, el estudio de las hoyas naturales (lagos, lagunas ó simples depresiones), valles secundarios, etc., existentes en ambas bandas del río desbordante para deducir en qué forma y magnitud pueden contribuir á moderar la velocidad i caudal de las avenidas.

Si el evitar los daños que pueden causar las inundaciones es el objeto principal del estudio de un río sujeto á desbordes, no es, sin embargo, el único; pues en la verdadera solución, completa, entra por mucho otro factor de alta importancia económica, esto es, el aprovechamiento posterior de las aguas retenidas, bien sea para aumentar ó conservar el calado del río, si es navegable, ó bien para proveer de agua de riego á las poblaciones agrícolas ó enerjía mecánica á las industrias.

Como potencia hidráulica podrá siempre utilizarse el caudal de los estanques si entre estos i los puntos de aplicación existe la *caida* ó *carga* requerida; pero no es lo mismo respecto del riego, para el cual las aguas deben ser puras. Si, por ejemplo, la retención se efectuara en una laguna salada, jeolójicamente salada, esto es, por exudaciones del subsuelo i nó por arrastre correntoso, esas aguas no podrían ser aprovechadas del punto de vista agrícolo; i como en las llanuras seguramente las aguas más servirán para el riego, que como fuerza motriz, sería lamentable que tanto caudal de agua, sinónimo de tanta riqueza; hubiese de desperdiciarse por error en la elección del recipiente.

I ya que de inundaciones se trata, convendría no olvidar uno de los paliativos más conocidos: la creación de montes en las regiones surcadas por los ríos. Por fin, ya que no es posible encauzar entre malecones ríos tan estensos i en rejiones escasamente pobladas; ni rectificar el cauce, no sólo por su enorme costo i resultados dudosos, no sería improductivo estudiar si esas aguas turbias de avenida pueden aplicarse á entarquinar terrenos bajos, como los de Viedma, propiedad esta que trasformaría el flajelo de las inundaciones en un hecho grandemente benéfico, por la fertilización ó abono, cada vez renovado de las llanuras cubiertas por las aguas, como ocurre con el Nilo; pero para esto es menester que la velocidad de las aguas desbordadas no sea torrencial, sinó lenta, esto es, que la corriente sea tal que las aguas puedan sedimentar las materias que tienen en suspensión.

Respecto á los lagos, como moderadores de las avenidas, hai que distinguir si ellos son abiertos ó cerrados, es decir, si las aguas que reciben tienen salida por algún brazo emisario, ó bien, si se estancan sin poder fluir, debiendo consumirse por absorción i evaporación. En el primer caso las aguas almacenadas no solo sirven para minorar en el momento oportuno el excesivo caudal de las avenidas, sino que desaguando, en seguida, paulatinamente, permite aprovechar las aguas en los usos que he indicado. Además, el nivel del lago no se eleva tanto como en el caso de ser cerrado i no pone en peligro á las poblaciones circundantes.

El caso de los lagos cerrados es el más desfavorable, porque no pudiendo desaguar, si ocurriera—lo que es mui común—que se produjeran dos ó más avenidas con cortos intérvalos, el lago, á menos de ser de capacidad grandísima, podría resultar pequeño para contenerlas en cuyas circunstancias, no serviría ya como moderador. Para que los lagos pequeños puedan actuar como moderadores será necesario proveerlos de un emisario, canal artificial, que puede aprovecharse para el riego, i aún también para evitar que puedan anegarse las poblaciones que existan en su periferia, por la sobreelevación de las aguas almacenadas.

I así como en los ríos establecemos fluviómetros (hidrómetros), debe establecerse en los lagos los limnímetros ó, mejor aún, limnimetrógrafos que acusen i fijen con precisión las fluctuaciones de nivel de sus aguas en todos sus estados, normales i accidentales.

Se comprende como el conocimiento exacto de estos desniveles sea de grande estabilidad para el establecimiento racional del umbral de los emisarios, como para fijar el límite de las habitaciones de las poblaciones circundantes, á los efectos que estas, á su vez, no hayan de sufrir inundaciones desastrosas, con lo que no se habría hecho más que dañar á unos en beneficio de otros ó sea una injusticia manifiesta.

En el caso que sean lagos cerrados los que se destinan á recipientes de las aguas turbias de las avenidas, i aún, en menor escala, en los abiertos, conviene tener presente el entarquinamiento paulatino de los mismos que, según sean sus dimensiones puede llegar á inutilizarle para el objeto indicado.

SGO. E. BARABINO

Roma, Marzo de 1900.

Alambre-Carril

HALLAMOS la descripción de un transportador automovil para alambre-carril en la «Revue du Genie Militaire» de Enero último, hecha por el Comandante Augier, que ha llamado nuestra atención en cuanto se nos ocurre que este transportador podría tener útiles aplicaciones industriales en el país, sobre todo en la explotación de nuestras minas, esto, aparte de las aplicaciones militares que tambien pudiera tener, las que pondera el referido Comandante, y de su utilidad como trasbordador de materiales de una á otra banda de un río caudaloso, como auxiliar de la construcción de un puente, por ejemplo, así como en otros numerosos casos que creo inutil mencionar ahora.

Vamos, pues, á dar una sucinta idea de este económico alambre-carril.

DESCRIPCIÓN DEL TRANSPORTADOR

Principiaremos por describir al transportador mismo y su mecanismo, por ser esta la parte esencial del sistema.

El transportador se compone de una polea *A* (fig. 1 y 2) rodando sobre un cable *C* tendido entre

dos postes verticales. El eje de la polea *A* atraviesa una planchuela *B* cuyos extremos soportan todo el sistema por medio de los tirantes *D*.

El aparato motor se halla colocado en un cajon *E*; comprende un motor vertical *M* funcionando por medio de un hydrocarburo, por ejemplo, ó mediante cualquier otra fuente de energía y accionando, mediande su biela, un piñon *F*. Este engrana con una rueda dentada *G*, sobre cuyo eje se halla colocado otro piñon *H* que comunica su movimiento, por medio de una cadena Gall *I*, á una rueda *J* armada sobre el mismo eje de la polea *A*.

El cajon *E* se prolonga lateralmente, en ambos sentidos, para formar dos espacios *P* en los que puede colocarse los aprovisionamientos, útiles, etc. para el funcionamiento del motor. En estos espacios hay, además, sitios reservados para el mecánico y otras personas.

El freno del aparato lo constituye un tambor *K* fijado sobre el eje de la polea *A* y sobre el cual pasa una cinta de acero cuyas extremidades se hallan unidas á una palanca *L* colocada al alcance del conductor.

En la parte inferior del cajon *E* hay cuatro ganchos destinados á la suspensión del vagon conteniendo la carga á transportar, cuyo peso hace que el transportador obtenga la adherencia completa.

El peso util transportable es de 900 kg. y podría fácilmente ser de una tonelada. Siendo el peso del

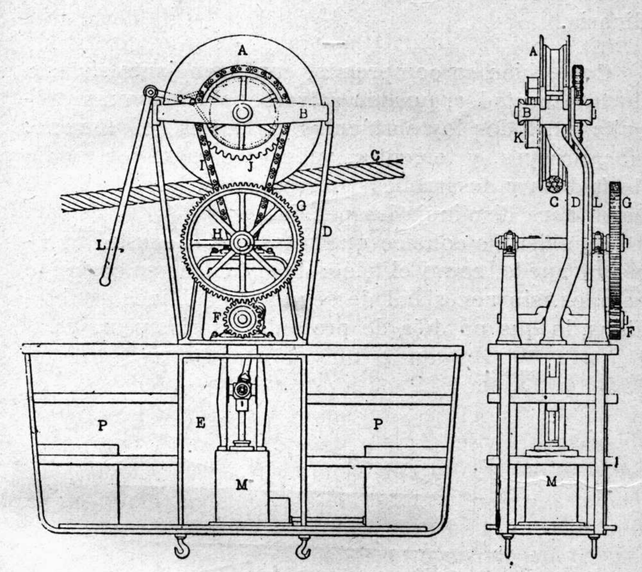


Fig. 1 y 2. — Frentes del transportador

transportador de 300 kg., resulta una carga total de 1200 kg.; según los ensayos hechos con un motor de unos 5 caballos puede conseguirse fácilmente una velocidad de 25 km. por hora.

LÍNEA AÈREA

La línea aérea, constituida por una doble línea de cables tendidos entre pilas distantes 100 metros entre sí, puede ser considerada como una obra de arte permanente, establecida en condiciones excepcionales bajo el triple punto de vista *de su coste, liviandad y de la facilidad y rapidéz de su ejecución.*

Para determinar las condiciones de establecimiento de esta línea, se han hecho experimentos que han permitido fijar relaciones que conviene adoptar entre:

1°. La carga rodante;
2°. El peso del cable empleado;
3°. La flecha del cable y la distancia entre las pilas.

Estos experimentos han consistido en hacer rodar una carga variando entre 160 y 650 kg. sobre un trozo de cable de 40 metros de longitud y á buscar, en las diferentes variaciones de carga, las flechas límites más allá de las cuales la carga rodante no podía ya vencer los puntos de apoyo, pués hallando entonces la polea una parte del cable demasiado inclinada, patinaba.

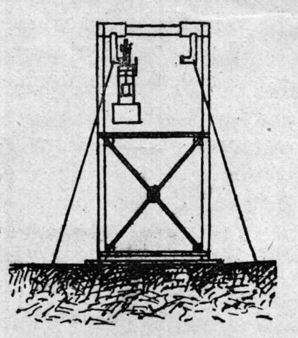


Fig. 3. — Vista de una pila.

Hé aquí las condiciones principales de esos ensayos y los resultados obtenidos :

Diámetro del cable..............	30 mm.
Distancia entre los apoyos.......	40 m.
Peso del cable por metro lineal..	2,5 kg.
» » » tramo de 40 m....	100 »
Variaciones de la flecha del cable sin carga (cable en reposo)........................	0,6 m. á 1,6 m.
Cable en reposo, con relación á la longitud de 40 m. entre apoyos..	1,5 á 4 p. 100
Variación del peso de la carga móvil............................	650 á 160 kg.
Variación del peso con relación al peso del cable................	6,5 á 1,6
Diámetro de la polea de suspensión de la carga..................	650 mm.
Material de la garganta de la polea	Madera

La polea motríz era accionada mediante un juego de engranaje por una cadena sin fin movida á mano.

Los resultados de los ensayos practicados se hallan consignados en el cuadro siguiente :

Longitud del cable L	Flecha en reposo medida F	Relación entre la flecha y la longitud del cable $f=100\frac{F}{L}$	Peso máximo de la carga pudiendo franquear la pila P	Peso del Cable $p'=pL$	Relación entre el peso de la carga y el del cable $R=\frac{P}{pL}$	Producto de la relación de las flechas y de la de los pesos, $K=Rf=..=100\frac{PF}{pL^2}$
m	m	Cent.s	Kg.	Kg.		
40	0.6	1.5	630	100	6.3	9.45
40	0.8	2.	450	100	4.5	9.—
40	1.0	2.5	360	100	3.6	9·—
40	1.2	3.	300	100	3.	9.—
40	1.4	3.5	270	100	2.7	9.45
40	1.6	4.	170	100	1.7	6.8

De estos experimentos puede deducirse la fórmula:

$$P\ F = K\ p\ L^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

en la cual

P es la carga total rodante,
p el peso del cable por metro lineal,
L la luz entre apoyos,
F la flecha del cable en reposo, en su punto medio,
K un coeficiente sensiblemente constante é igual á 0,09 para flechas inferiores á 4 % de la luz.

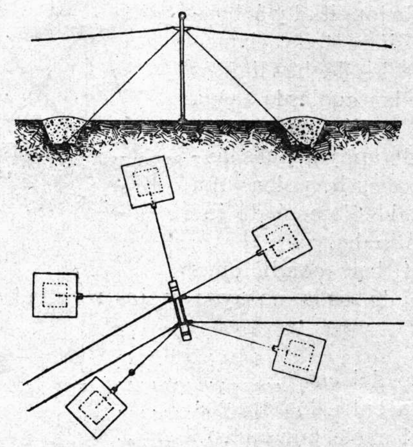


Fig. 4 y 5. — Vista lateral de una pila y proyección de la vía en curva.

De la fórmula (1) se deduce

$$p = \frac{P\ F}{K\ L^2}\ .$$

Haciendo

$$P = 1200 \text{ kg},$$
$$L = 100 \text{ m.},$$
$$F = 2{,}5 \text{ m.},$$

Se tiene

$$p = 3{,}33 \text{ kg}.$$

Un cable metálico de 30,6 mm. de diámetro y cuyo peso por metro lineal es de 3,78 kg. llenaría ampliamente las condiciones.

La tensión máxima T del cable sería, según la fórmula de M. Gros,

$$T = 1{,}20 \times \frac{P + p\,L}{4\,F} \times \text{m.},$$

en la cual

$$m = \sqrt{\frac{L}{4} + \left(\frac{H}{2} + 2\,F\right)^2},$$

siendo H la diferencia de altura de dos pilas sucesivas.

Si se admite una pendiente del terreno de 5 %, H será igual á 5, y se tendrá

$$\text{m} = 50{,}55 \text{ y } T = 9{,}590 \text{ kg}.$$

Siendo la resistencia á la ruptura del cable metálico considerado de 53,500 kg. el coeficiente de seguridad sería

$$\frac{53.500}{9.500} = 5{,}6.$$

PILAS

Cada pila se compone de dos postes tubulares descansando ambos sobre chapas de palastro, asentadas en el suelo (Fig. 3).

Estos postes están reunidos, en su parte superior, por un travesaño, tubular como aquellos, sobre el cual se hallan fijados dos brazos, á los que se atan las extremidades de los cables de la vía.

Para asegurar la estabilidad de los postes y hacerlos independientes de la línea, dos vientos provistos de tensores son fijados á cada brazo.

El conjunto se halla dispuesto de tal modo que los postes solo se hallan sometidos á un esfuerzo de simple compresión, lo que permite emplearlos livianos. Los vientos, formados de cables de alambre de acero, son asegurados en su parte inferior, á chapas anclas enterradas en pozos cavados en la tierra y tapados luego con el material extraído de los mismos.

Se han hecho igualmente experimentos sobre la resistencia de estos vientos, hallándose que una de las chapas, de 1,2 m. de lado, colocada en un pozo de 1.5 m. de hondura y recubierta de tierra apisonada, sería suficiente para resistir con seguridad á la tracción de 9.500 kg.

Para un cable inclinado á 45°, el esfuerzo de arranque solo principia bajo una carga de 25.000 kg.

Las pilas se levantan por medio de una cabria ordinaria.

—

Como bien se comprende, con semejante sistema de transportador, pueden salvarse sin mayores dificultades, todos los obstáculos naturales del terreno: ríos, arroyos, y torrentes, valles y cerros, por medio de faldeos y desarrollos convenientes, en el último caso, para disminuir las pendientes.

También se concibe que una línea de esta naturaleza puede, como el telégrafo, establecerse cortando campos, sin necesidad de seguir los caminos establecidos, lo que no deja de presentar serias ventajas.

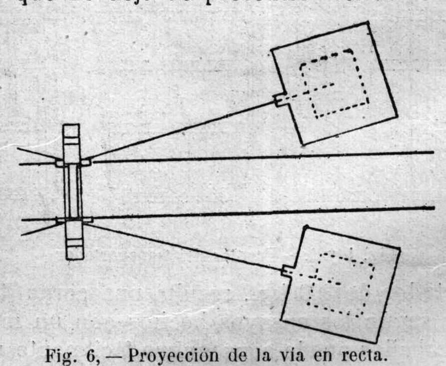


Fig. 6. — Proyección de la vía en recta.

Estándose proyectando en estos momentos una vía de alambre-carril en la Provincia de la Rioja, para poner en comunicación el centro minero de la Mejicana con Chilecito y otra en la Provincia de Jujuy, sería tal vez oportuno estudiar si el sistema que acabamos de describir no presenta ventajas positivas sobre los demás sistemas conocidos.

E. C.

ELECTROTECNICA

EL ALUMBRADO PÚBLICO EN BUENOS AIRES

EMPRESAS DE GAS Y ELECTRICIDAD

I — *ALUMBRADO PÚBLICO*

A. — ELECTRICIDAD

A PRINCIPIOS de 1899 el Paseo de Julio, la Plaza y la Avenida de Mayo estaban alumbradas por lámparas de arco, cuya corriente era suministrada por las usinas municipales de Bouchard (Cuyo esq. Paseo de Julio) y de la Plaza Lorea. La licitación de estos servicios efectuada en esa época, permitió mejorarlos y, además, realizar una economía anual de 30.000 pesos. La Compañía Primitiva tomó á su cargo el alumbrado de la Plaza de Mayo, con lámparas de 10 amperes (en vez de lámparas de 8 que funcionaban con el servicio municipal), y de la Avenida de Mayo con lámparas de 15 amperes; — la Compañía Alemana Transatlántica de Electricidad él del Paseo de Julio, con lámparas de 10 amperes.

En cuanto á la Compañía General de Electricidad de la Ciudad de Buenos Aires, esta había ya celebrado un contrato con la Municipalidad para la instalación en el centro de 600 lámparas de arco más ó menos. De estas 600 lámparas, colocó 315 y, de acuerdo con la Municipalidad, desistió de colocar las demás.

Las lámparas de la Compañía Primiva (corriente contínua) están colocadas 2 á 2, en tensión sobre 115 volts; — las de la Compañía Alemana (corriente contínua) 4 á 4 en tensión sobre 220 volts, ú 8 á 8 sobre 440; en este último caso, el cable que alimenta las lámparas se conecta con el neutral entre la 4ª y la 5ª lámpara, de modo que las 8 lámparas de la série se encuentran divididas en 2 secciones independientes de 4 lámparas cada una. Estas lámparas, de diez amperes, absorben cada una 550 watts-hora por hora, incluyendo lo que se pierde en la resistencia.

Cada lámpara de la Compañia General (corriente alternativa) es alimentada por un transformador especial que rebaja el voltaje de 115 á 35 volts. Con una corriente de 15 amperes, cada lámpara absorbe 525 watts-hora por hora, es decir, la misma energía más ó menos que la lámpara de corriente contínua de 10 amperes. Pero el poder luminoso de la segunda es considerablemente superior al de la primera, y para convencerse de esto, basta comparar, en el centro de la ciudad, las lámparas de la Compañía General con las de las dos otras Compañías.

El transformador de las lámparas de la General tiene la ventaja de hacer á cada una independiente; pero introduce en la red un órgano suplementario, que hay que vigilar, y que absorbe del 4 al 8 % de la corriente de la lámpara.

Las lámparas de la Compañía General son suspendidas á un sistema de caños de hierro que atraviesan la calle, de modo que la lámpara es fija, y su posición invariable.

La limpieza y el cambio de carbones están asegurados por carros que llevan una pequeña torre que permite llegar á la altura de la lámpara.

El sistema de suspensión de la Compañía Alemana, parece más racional, porque no produce la interrupción del tráfico en la calle mientras se limpian las lámparas. Un aparato de suspensión móbil lleva las lámparas y puede deslizarse sobre cables de acero de una á otra vereda. Un juego de dos tambores de reducido volúmen, movidos por un sólo torniquete, permite traer la lámpara á proximidad de la pared y bajarla luego al alcance de la mano.

Este sistema ha dado muy buenos resultados.

En el Parque 3 de Febrero, la Dirección de Alumbrado ha realizado una importante instalación, con sacrificios relativamente insignificantes, aprovechando una parte del material de las antiguas instalaciones municipales del centro.

La instalación consta de:

Tres calderas multitubulares de 55 metros cuadrados de calefacción cada una;

Dos motores Mac-Intosh horizontales de 50 caballos acoplados cada uno directamente á un dinamo de la «General Electric Cº», de 4 palos, 40 kilo-watts, 300 revoluciones y 150 volts. Estos dos dinamos están acoplados en tensión, de modo que la distribución se hace á 300 volts.

Además, hay un juego de reserva compuesto de un motor pilon de Weigher & Richemond, de 35 caballos acoplado con correa á un dinamo tipo Thury, de Sauter-Lemmonier (París), de seis palos.

Esta instalación puede alimentar 200 lámparas de arco de 8 amperes; 120 lámparas están colocadas en 20 series de 6 lámparas cada una, y las demás se colocarán en breve: con todas ellas quedarán alumbradas la Avenida Sarmiento entre el Río y los portones de Palermo, las de Iraola, Vieytes y Caseros, así como la de Alvear desde el Rond-Point hasta el ferrocarril de Buenos Aires y Rosario.

Habiéndose ensayado esta instalacion en el corso de las Flores de noviembre último, se obtuvieron muy buenos resultados.

En los nuevos mataderos de Liniers, la dirección de Alumbrado ha efectuado otra importante instalación, con un coste muy reducido, empleando materiales y maquinarias de las antiguas instalaciones municipales del centro, y adquiriendo únicamente como material nuevo conductores y 100 lámparas del tipo «enclosed» ó hermético.

La elección del tipo de lámpara ha sido en este caso perfectamente acertada; además, debe notarse que la Intendencia impartió las órdenes correspondientes para efectuar esta instalación á mediados de noviembre del 99; en cuarenta días, las 100 lámparas fueron encargadas á Estados Unidos se instalaron, ensayaron y quedaron libradas al servicio el 1º de enero de 1900.

La instalación consta de;

Tres calderas multitubulares de 55 metros cuadrados de calefacción cada una ;

Dos calderas tipo locomotora de 40 metros cuadrados cada una ;

Dos motores, de alta y baja presión, horizontales, de 60 caballos cada uno, y de 175 revoluciones ;

Dos motores tipo pilon, de Weigher & Richemond, de 35 caballos cada uno.

Cinco dinamos, 2 del tipo Thury, de Sauter-Lemonnier, de 225 amperes y 120 volts, 1 de la «Allgemeine Elecktricitäts Gesellschaft» de 150 amperes y 120 volts, otro de la misma casa de 300 amperes y 120 volts, otro de la casa Westinghouse de 200 amperes y 120 volts todas acopladas por correas con los respectivos motores.

Un motor de 35 caballos para dos bombas de 35.000 litros por hora cada una ;

Una bomba á vapor á acción directa de 20.000 litros por hora ;

Dos depósitos de agua de 20.000 litros ;

100 lámparas de arco del tipo Enclosed de 5 amperes y 120 volts ;

20 lámparas de arco de corta duración de 8 amperes, instaladas 2 á 2 en tensión, sobre 120 volts ;

300 lámparas incandescentes de 16 bujías.

Esta instalación deberá aumentarse notablemente cuando se tenga que suministrar energía eléctrica á todos los guinches ó bretes del establecimiento.

El material y la maquinaria de la instalación antigua del Parque 3 de Febrero se han utilizado para instalar 22 lámparas en la plaza de Flores y otras 22 en la barranca de Belgrano.

La instalación de Flores consiste en un motor locomóbil de 15 caballos, acoplado por correa con un dínamo del tipo Silvertown de 120 volts y 100 amperes · — la de Belgrano es un motor igual al de Flores, acoplado por correa, con un dínamo de la Allgemeine Elecktricitäts Gesellschaft de 120 volts y 100 amperes. — Todas esas lámparas son de ocho amperes y colocadas por series de dos.

B. — GAS

Durante el año 1899, el alumbrado á gas se ha extendido á unas 200 cuadras que en su mayor parte estaban anteriormente alumbradas á kerosen.

Además, se han sustituido en numerosos sitios á los viejos artefactos y los postes de madera por columnas, brazos y faroles más adecuados á las exigencias actuales de los mismos. Se pueden citar: las avenidas Santa Fé, Cabildo y Rivadavia en toda su extensión; además, podrá agregarse en breve á esta lista la plaza Constitución.

En estas sustituciones se han utilizado, en buenas condiciones económicas, los artefactos que han quedado inutilizados en el centro por la instalación de las lámparas eléctricas.

C. — KEROSEN

Durante el mismo año, el alumbrado á kerosen se ha extendido á unas 300 cuadras que carecían de él en absoluto.

RESÚMEN

El 1° de marzo ppdo., el estado del alumbrado público en la ciudad era el siguiente :

KEROSEN

Faroles existentes el 1º de Marzo de 1900: 8307

GAS

	Cía. Río Plata	Cía. Nueva	Total
Faroles existentes el 1º de Enero de 1900	6743	6411	13.154
suprimidos en Enero y Febr. »		12	12
colocados » » » »	170	78	248
Faroles existentes el 1º de Marzo de 1900	6913	6477	13.390

ELECTRICIDAD

Lámparas de arco existentes el 1º de Marzo de 1900

Compañia Primitiva	120
» *Alemana*	144
» *General*	315
Servicios municipales	284
Total	863

Como consecuencia de la colocación de las 863 lámparas de las Compañias, se han suprimido los siguientes faroles de gas :

de la « Nueva »	1665
de la del « Rio de la Plata »	39
Total	1704

FRANCISCO DURAND

(Continúa)

NOTA. — No están comprendidas en las cifras anteriores las lámparas eléctricas del puerto de la Capital y Riachuelo; todas las que ascienden más ó menos a 350.

BIBLIOGRAFIA

Sección á cargo del Ingeniero Sr. Federico Biraben

REVISTAS

Túnel de Ronco (Italia). OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y TERMINACIÓN. — El túnel de Ronco es una de las obras mas importantes que se hayan creado sobre la red de las vías que convergen á Génova, las que se estaban haciendo insuficientes á consecuencia del desarrollo creciente de ese puerto. Ese túnel tiene en efecto por objeto aligerar la línea de los Giovi, en la accidentada región que se extiende entre Mignanego y Ronco-Scrivia, línea que, antes de penetrar en el túnel de los Giovi, corre por el valle de la Scrivia. El nuevo túnel, de 9 km.921 de largo y un desnivel de 96m.67, une directamente las poblaciones de Scrivia y Pontetosso.

La obra del túnel de Ronco fué comenzada hace varios años, pero en forma defectuosa y en medio de dificultades tales, que los trabajos tuvieron que interrumpirse, y que hubo que resolverse á acometer la reconstrucción de todo lo hecho y terminación de la obra según un nuevo plan y con nuevos elementos.

El *Génie Civil* de febrero 17, trae (según el *Génie Civil*) una larga y muy completa descripción de los trabajos correspondientes á este segundo período de las obras del túnel.

Consignaremos aquí los datos mas interesantes contenidos en esas publicaciones.

Condiciones de las nuevas obras. — El problema que se trataba de resolver en ese segundo período era doble: por una parte, era necesario reconstruir la mampostería destruida, por otra, ensanchar ciertas

partes proyectadas antes con sección demasiado pequeña y proveerlos del respectivo revestimiento. Además, era necesario ejecutar los trabajos con toda rapidez para que el terreno quedara en descubierto el menor tiempo posible.

La dificultad principal con que en el primer período se había tropezado dependía de la constitución geológica del terreno en la porción mayor del túnel. Formado por bancos de esquistos arcillosos no alternados con bancos calcáreos, presenta además estrat ficaciones casi paralelas al eje del subterráneo, circunstancia eminentemente desfavorable á la estabilidad de las excavaciones y de sus revestimientos. En efecto, el esquisto se desagregaba rápidamente bajo la acción de los agentes atmosféricos y por efecto de la temperatura misma, bastante elevada, á las pocas semanas de haberse puesto á descubierto, el terreno se hinchaba y volvía pastoso. El estallido de las minas, la absorción del agua de las perforadoras, las diversas maniobras que resultaban de la colocación y del cambio de las piezas de madera, contribuian á romper el equilibrio de la masa de las tierras.

Reconstrucción de la mampostería, ensanche de las galerías de avance, ventilación. — Respecto de todos estos puntos, en el artículo que tenemos á la vista se consignan datos interesantes completados con numerosas figuras. No nos podemos detener en ellos.

Sólo diremos que las varias obras de reconstrucción y ensanche sólo han durado 23 meses, y para formarse una idea de su importancia, bastará notar que el volumen de los escombros evacuados ha sido de 168.000 m³ y el de las nuevas obras de albañilería de 117.219 m³. En cuanto á la ventilación, las condiciones especiales de las obras exigieron precauciones minuciosas y el empleo de varios ventiladores y compresores de aire, y otras instalaciones.

Determinación del nuevo perfil del revestimiento de mampostería. — La dislocación que se había producido en la mampostería del primer período de las obras, había probado suficientemente que su espesor era demasiado débil para resistir, en ciertos puntos, á las presiones normales que se desarrollaban. Había pues que modificar el perfil del *revestimiento* en la parte construida, bajar las fundaciones de los *estribos* y el nivel del *piso*. Como la desorganización completa del terreno, á consecuencia del hundimiento de las antiguas mamposterías y de las nuevas obras de excavación, hacía imposible una evaluación inmediata de los empujes desarrollados, hubo que realizar una serie de experiencias (basadas en hipótesis que luego se comprobaron por el cálculo, para deducir de ellas el espesor y la forma de los nuevos revestimientos.

El artículo de que nos ocupamos trae un resumen completo de los métodos aplicados en esas investigaciones que realizan, en su conjunto, una tentativa, no sólo nueva sino ingeniosa.

La disimetría de los empujes exteriores y laterales, entre las cuales dominaban los inclinados á 45° de derecha á izquierda, tenía por consecuencia que no se podía hacer ninguna hipótesis general *á priori*, haciéndose preciso, primero, examinar las condiciones de rotura de los revestimientos y de los enmaderados en ciertos puntos. Esta primera investigación ofrecía dificultades bastante serias, á causa de la variedad de formas y de dimensiones de los enmaderados, así como de la irregularidad de las deformaciones de la mampostería. Habría que considerar, además, que los enmaderados, por ejemplo, no cedían, por lo general, sino después de cierto tiempo de uso, no sólo á causa de empujes accidentales que resultaban del desmoronamiento del terreno, sino además á consecuencia de su deterioro rápido al contacto del aire caliente y húmedo del subterráneo.

Para determinar la *resistencia de las armaduras de madera* de sostén, se hizo primero una serie de comparaciones entre los enmaderados viejos después de rotura y los enmaderados nuevos de la misma calidad, para poder apreciar sus resistencias respectivas. Aplicáronse entonces los mayores coeficientes de rotura hallados para las diversas maderas, después de su permanencia en el túnel, á las fórmulas ordinarias de la resistencia de materiales, hallándose los valores siguientes para las presiones que habían provocado la rotura de los enmaderados en los distintos puntos del subterráneo. La presión ejercida *por el terreno* sobre el revestimiento habría variado de 50 á 20 toneladas por metro cuadrado. El primero de esos valores era un máximo, pues se podía admitir que ciertas roturas resultaran, no sólo de las presiones directamente aplicadas, sino de las presiones trasmitidas por armaduras vecinas en el momento de su rotura. Reconocióse igualmente que á cierto aumento de la sección no correspondía un aumento proporcional de la presión por unidad de superficie, y que, por consiguiente, los empujes anormales resultaban sobretodo del hinchamiento del terreno.

Después de esos primeros experimentos, se hicieron otros sobre la *resistencia de la mampostería* extraída de los escombros. Habiéndose ensayado á la rotura cubas de 26 centímetros de ancho, se reconoció que resistían cargas que iban hasta 35 á 45 kg. por cm.², cuando ladrillos aislados resistían de 120 á 150 kg. por cm.². Como esos diversos ensayos concordaran con los anteriores, se conservó como máximo de carga por metro cuadrado el valor de 50 toneladas.

Con estos datos experimentales era posible ya determinar, por el cálculo, cual debía ser el espesor á darse al revestimiento en la suposición de que se bajarían las fundaciones de los estribos y el nivel del piso, — que debía desaparecer en cierto modo, pues se iba á adoptar la forma circular completa para la sección, á la que se trataba de dar un espesor considerable con relación al diámetro interior.

En los cálculos se hicieron dos hipótesis: 1º *Presión exterior constante y uniformemente repartida;* 2º *Presión exterior variable.*

Llamamos la atención del lector sobre esos cálculos, en los cuales los principiantes hallarán un ejemplo interesante para la solución de casos análogos.

En la primera hipótesis, el cálculo da, para el *esfuerzo de compresión máximo en el intrados:*

28 kg. por cm.² con un espesor de 1 m. 08.
16 » » » » » » » 2 m. 58,

siendo de 50 toneladas la presión exterior máxima (dada por la experiencia, según sabemos).

En la segunda hipótesis, se encuentra 26 kg. 7 por cm.² para el mismo valor.

Siendo la carga de rotura, para los ladrillos, de unos 140 kg. por cm.², se ve que las condiciones de seguridad quedan sobradamente satisfechas, y que ese material es suficientemente resistente, siendo inútil recurrir á la piedra de sillería, mucho más costosa y difícil de trabajar.

Los resultados de estos cálculos permitieron deducir la forma general del nuevo *perfil* del revestimiento. Obtenido éste, se hizo, inversamente, el cálculo de las *condiciones de estabilidad* precisas del nuevo revestimiento, teniendo en cuenta las circunstancias relativas al modo de trasmisión de la presión exterior. Determináronse los elementos de la *curva de presiones* en dos casos diversos. Esa curva resultó enteramente compatible con la constitución de los materiales del revestimiento.—Ella demostró que la bóveda se hallaría en buenas condiciones de estabilidad con 2 m. y 1 m. 50 de espesor en los diámetros horizontal y vertical. No obstante, se tomaron 2 m. 50 y 2 m. respectivamente. (El antiguo perfil solo tenía 1 m. 08 para ambos espesores).

Estas últimas consideraciones del artículo (sobre la estabilidad) son también muy interesantes.

OBRAS

Fotogrametria. — *Apuntes* de Fermin Fanard, Director de Puentes y Caminos de Bélgica. Traducidos del francés por el Mayor Ingeniero Martín Rodriguez. (Con un *Apéndice* sobre los fotográmetros de H. Rousson y de Breithaupt y el fototeodolito de Laussedat). -- Imprenta Revista Técnica, Buenos Aires, 1900. (1 folleto in-8° de 40 p., con 3 lám. autógrafo.)

El señor Mayor Rodriguez es uno de nuestros más distinguidos oficiales del Estado Mayor, y ha formado parte de la Comisión de Armamento que desde varios años preside el Coronel Richieri en Europa. Ha tenido el mérito de saber ocupar sus ocios en cosas útiles. Así, considerando la importancia que ha adquirido en Europa el método de levantamiento de planos por medio de la fotografía — método que después de haber sido sometido á numerosas experiencias. ha recibido la sanción de los principales institutos científicos -- el Mayor Rodriguez ha creído conveniente emprender la traducción de los apuntes de Fanard, en los cuales el método fotogramétrico se halla expuesto con tal sencillez y claridad — dice — que se encuentra al alcance del mas lego en la materia.

El mayor Rodriguez espera contribuir en algo, con su publicación, á la difusión del importante método topográfico; considera que una vez que sea bien conocido y se cuente con un personal práctico, el método ha de ser de suma utilidad en los trabajos de la carta militar de la República, sobre todo en regiones montañosas,

Somos, por nuestra parte, del mismo parecer del Mayor Rodríguez, y por eso aplaudimos su resolución en dar á la publicidad el pequeño estudio que hoy aparece. Por lo mismo, creemos oportuno consignar aquí algunos de los datos y resultados de mayor interés de la parte principal del opúsculo, esto es, de los *Apuntes* de Fanard.

Con muy buen juicio, el autor entra en materia con unos breves *datos históricos*, que no pueden sino concurrir á que se interese el lector en

el resto del opúsculo, pues ya puede presentir á través de ellos la importancia práctica del nuevo método.

El arte de obtener, «mediante vistas fotográficas, perspectivas exactas sometidas á leyes geométricas conocidas, que permitan medir las dimensiones de los objetos que en ellas figuren», esto es, la *Fotogrametría*, si bien poco divulgada ó conocida, no es sin embargo tan reciente. Fué inventada en 1850 por el Coronel LAUSSEDAT, director del Conservatorio de Artes y Oficios de Francia. Al principio el inventor utilizó para el levantamiento de planos, las imágenes dadas por la cámara clara de Wollaston, pero una vez divulgados los procedimientos fotográficos actuales, empezó á utilizar la imágen fotográfica en esos levantamientos é hizo construir el primer aparato fotogramétrico, que llamó «Fototeodolito». Desde entonces, el coronel Laussedat emprende y lleva á cabo con todo éxito — con el comandante JAVARY — una larga serie de levantamientos topográficos por la fotografía en Francia. Así en ocho años (1863-1871) consigue levantar uno 72.000 hectáreas con los nuevos procedimientos.

Como siempre ocurre, los inventores tuvieron las mayores dificultades para hacer aceptar el nuevo método en su propio país. Cansados al fin, iban á abandonar la partida, cuando nuevos e importantes adherentes vinieron á secundarlos en su empresa. Entre los principales figuran el comandante MOËSSARD y el doctor G. LE BON, autor este último de un excelente opúsculo *(Los levantamientos fotográficos y la fotografía en viaje.)*

A los nombres de estos iniciadores hay que agregar los del comandante LEGROS, que ha publicado un *Sumario de fotogrametría*, el del ingeniero MONET, á quien se debe un excelente trabajo publicado en el «Bulletin de la Société des Ingenieurs Civils de France», y en fin el de los hermanos VALLOT, á quienes se debe la ejecución de una carta al $^1/_{20000}$ del macizo del Mont Blanc.

En fin, para concluir con la Francia, hay que citar á J. GAULTIER que ha aplicado, en los últimos años, con gran éxito la fotogrametría en los levantamientos catastrales.

Con el método y el aparato Gaultier, tres días son suficientes para 30 á 40 hectáreas y la exactitud de los resultados es tal, que ha sido autorizado hasta en las operaciones *oficiales* de levantamiento catastral (en *Meulan.*)

Pasando á la Alemania, ocurre desde luego esta observación. Al revés de las autoridades francesas, las alemanas se apresuraron á acordar su decidido apoyo á los primeros prosélitos; y hoy existe ya en Berlín, desde varios años, un instituto especial de Fotogrametría dirigido por el Dr. MEYDENBAUER. Además de este autor, hay que citar entre los iniciadores, á STOLZE, VOGEL y KOPPE, al último de los cuales se debe unos interesantes «Estudios fotográficos y sus aplicaciones á los trabajos preliminares del ferrocarril de la *Jungfrau.*»

En Austria, los primeros ensayos datan de 1887, siendo ya numerosos los propagandistas del nuevo método (los principales son LECHUER, HÜBL, POLLACK HAPPERT, MAURER y STEINER.)

En Italia, el ingeniero Pio PAGANINI hace construir en 1875 un fototeodolito, y da principio al levantamiento fotogramétrico de una región de los Alpes.

En Norte-América, hay que recordar el difícil levantamiento de las montañas Rocallosas por el ingeniero DEVILLE (5.000 km^2 en menos de cinco años.)

Recuerda en fin M. Fanard los trabajos y publicaciones de HUBERTIE en Bélgica («Las aplicaciones de la fotografía á la topografía», 1896 es la principal.)

Pasa en seguida el autor á establecer los *principios* de la fotogrametría y en especial de la *Planimetría*. Particularizándose al método Gaultier, definitivamente consagrado por el éxito, lo expone rápidamente, indicando luego los resultados alcanzados. Lo más notable á este respecto es el grado de exactitud del nuevo método, el que ha sido constatado con toda seriedad por funcionarios oficiales de diversos servicios de Francia. En opinión del teniente belga Ch. LEMAIRE, ningún método de medición da en la práctica errores menores que la Fotogrametría.

En síntesis, según el profesor Fanard, el método es *práctico* y *rápido* y *económico*, y puede emplearselo hasta en los levantamientos de Obras públicas.

Pero la fotografía permite también deducir las *altitudes* de los puntos del terreno. El autor se detiene pues á explicar los diversos métodos empleados para la resolución del problema en varios casos. La determinación *directa* de los perfiles trasversales, es uno de los puntos que merece la preferente atención del autor; consigna, particularmente, el método Monet ó de las *reglas hipsométricas*, que ahorra los cálculos proporcionando los elementos de los perfiles reducidos á escala.

La resolución por la fotografía de *varios problemas* — á título de curiosidad principalmente — ocupa en seguida al autor: medición de *ángulos* horizontales y verticales, determinación de las *dimensiones* de un monumento, de las grandes *distancias* á través de obstáculos. Después de lo cual, M. Fanard pasa á describir el «fotográmetro» ó «fototeodolito», esto es el aparato, combinación del teodolito y de la cámara fotográfica, que proporciona las perspectivas fotográficas *exactas* (que permiten deducir exactamente los elementos de las proyecciones horizontales y verticales del terreno.)

El autor termina insistiendo nuevamente sobre la importancia y utilidad del método fotográfico, cuya *exactitud*, *sencillez* y *rapidez* no pueden ya dar lugar á la menor duda, principalmente después de las experiencias prácticas, tan decisivas, de Gaultier.

Refiriéndose á los resultados obtenidos por este y por Koppe en Suiza, M. Fanard dice: «En presencia de tales resultados, nos parece que todos los levantamientos de planos, sea para la revisión del catastro,— y es aquí sobre todo que el procedimiento fotogramétrico dará lugar á una economía extraordinaria de tiempo y de dinero,- -sea para los proyectos de caminos, de ferrocarriles ó de canales, podrán ser hechos por medio de la fotografía ».

Como lo hemos dicho al principio, el Mayor Rodriguez ha completado su publicación con la descripción de varios de los *fotográmetros* más conocidos y apreciados, la que viene acompañada de grabados suficientemente claros, como las láminas que completan el texto.

MISCELANEA

El Ingeniero Guillermo White: Con motivo de su viaje á Europa, que acaba de emprender á bordo del «Danube», el ingeniero White ha sido objeto de una sentida demostración de afecto por parte de sus compañeros de directorio de los ferrocarriles Sud y Buenos Aires y Rosario, así como de los miembros de los demás directorios locales de vías férreas y otras personas altamente colocadas en materia de transportes Acompañaron igualmente al Sr. White en la comida que en tal ocasion se le ofreció, el Sr. Ministro de Obras Públicas Dr. Emilio Civit, asi como los ingenieros Bustos Morón, Schneidewind y Dominico, ofreciendo la demostración el Ingeniero Brian en una muy sentida y expresiva carta que dirigió á los iniciadores del acto Sres. Hale Pearson, Munro y Loveday, por no poder asistir personalmente debido al luto que en esos dias reinaba en su hogar, de cuya carta reproducimos los justicieros párrafos siguientes:

«El Ingeniero Guillermo White es digno de la fiesta que se realiza en su honor como expresión del aprecio y reconocimiento que le profesamos por el valimiento de sus esfuerzos en pró de las Empresas que representamos y concurso que siempre ha prestado al fomento y desarrollo de la red ferroviaria argentina, vinculando así fundamentalmente su nombre con excepcional competencia y conquistado de sus compatriotas y extrangeros, dentro y fuera de la República, el merecido y honroso título de factor principal del progreso que alcanzamos en esta materia. No es este un vano elogio: los que hemos frecuentado su amistad ó de cerca seguido la extensa labor que ha realizado en los últimos treinta años que colabora, sea en la Administración Pública ó en la dirección de las grandes empresas de Ferro Carriles, podemos asegurar que ha sido obrero fiel á su programa de progreso y eficazmente contribuido con su inteligente actividad á vincular honrosamente su nombre no sólo en la historia ferrocarrilera, que representa uno de los más poderosos factores de los progresos que alcanzamos, sino también en la historia de importantes obras públicas del País.»

—

Mapa de los valles de los ríos Negro y Colorado: El ingeniero Gunardo Lange, que fué jefe de una de las subcomisiones de límites con Chile y, últimamente, subjefe de la comisión de estudios de los ríos Negro y Colorado que dirigió el Sr. Cipolletti, acaba de publicar un mapa del valle del Río Negro y de la parte inferior del Colorado, con la división territorial de los mismos, complementada con un registro de propiedades.

Este mapa es de suma utilidad, para todas aquellas personas que tengan intereses en la región que abarca y sobre todo para los especuladores en tierras, qne hallarán con facilidad en él referencias que suele costar no poco el obtenerlas.
